Ciencia e Ingeniería
Revista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias Básicas e Ingenierías.
Año 2016, Enero-Junio, Vol. (3) N° (1) ISSN 2389-9484.
Universidad de La Guajira, Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e Ingeniería.
La Guajira-Colombia.
Revista en Línea http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei



APROVECHAMIENTO DEL LACTOSUERO COMO ALIMENTO FUNCIONAL PARA LA ELABORACION DE QUESOS CON MEZCLA DE LECHE FRESCA Y SUERO NANOFILTRADO

EXPLOITATION OF WHEY AS FUNCTIONAL NOURISHMENT TO DEVELOP CHEESE MIXED WITH FRESH MILK AND NANO FILTERED WHEY

Sandra M. Daza Orsini y Oscar J. Lindo Oñate

Universidad de la Guajira, Km. 5, Riohacha-La Guajira, Colombia.
smdaza@uniguajira.edu.co

Recibido: Julio 10 de 2015 Aceptado: Noviembre 17 de 2015

RESUMEN

Se elaboraron quesos utilizando diferentes proporciones de leche fresca, suero descremado, suero nanofiltrado **y** crema de leche. Se determinó el rendimiento, el pH, el contenido de proteína y grasa en los quesos obtenidos, y posteriormente se efectuó la evaluación sensorial de cada uno de ellos. El empleo de mezclas de leche fresca y suero nanofiltrado mejoro el rendimiento de la cuajada, hasta en un 12.05%, e incrementó el contenido de proteina y grasa con un porcentaje de 14.75% y 36% respectivamente. Así mismo se observó una excelente aceptación del producto. El análisis de varianza mostró diferencias significativas en el efecto de los tratamientos sobre las variables físico-químicas y el rendimiento. En los resultados obtenidos del análisis del pH se encontró que los valores más bajos se encontraron en los quesos que se elaboraron con mayor proporción de leche que suero, tanto suero descremado como nanofiltrado**.** Los quesos que presentaron mayor porcentajes de proteínas y rendimiento fueron aquellos que se elaboraron con mayor cantidad de leche y suero nanofiltrado. Esto indica que el suero nanofiltrado aporta mayor cantidad de sólidos, traduciéndose en mayor rendimiento. La prueba de la comparación múltiple de medias para las variables sensoriales mostró que los quesos que presentaron las más altas calificaciones correspondieron a los que se elaboraron con un mayor contenido de leche y suero nanofiltrado. Las mezclas con suero nanofiltrado proporcionaron quesos con mayor aceptación, mayor rendimiento y mayor contenido de proteína y grasa, que los correspondientes a las mezclas que utilizaron suero descremado. Este resultado permite recomendar la nanofiltración como una alternativa de uso del suero de queserías para el aprovechamiento de las proteínas del suero en otros tipos de quesos, debido a que pueden reducirse los costos de producción para obtener un producto nuevo dentro de una industria quesera.

Palabras Clave: Nanofiltración, suero nanofiltrado, suero de queso.

ABSTRACT

It has been elaborated cheeses using different proportions of fresh milk, skimming whey, Nano filtered whey and cream. It was determined the performance, the pH, and the content of both protein and oil in the obtained cheeses, afterwards the sensory evaluation was effected on ea. The use of mixes of fresh milk and Nano filtered improved the curds efficiency a 12.05%, as well as it increased the protein and oil content a 14.75% and a 36% respectively. Admittedly an excellent acceptation of the product was observed. The variance analysis showed different significant on the treatment effects about the physicochemical variables and the performance as well. In the obtained results of the analysis of the pH was found that the lowest values were found in the cheeses that were made with higher proportion of milk than whey, as skimming whey as the Nano filtered one. The cheeses that showed major percentages of protein and performance were the ones which were made of higher amount of milk and Nano filtered whey. Moreover, this indicates that the Nano filtered provides more solids amounts, manifested in a major performance. The tests of the multiple comparisons of averages for the sensory variables demonstrated that the cheeses which presented the highest grading belonged to those ones that were made with a higher content of milk and Nano filtered whey. The mixtures with Nano filtered whey provided cheeses with major acceptance, better performance and higher content of both protein and whey, than the ones belonging to the mixtures which used skimming whey. This result allows to recommend the Nano filtration as an use alternative of the whey from diaries for the exploitation of the whey proteins in other types of cheese, owing to that may be reduced the costs of production to get a new product within a diary industry.

Keywords: Nano filtration, Nano filtered whey, Cheese whey.

1. INTRODUCCIÓN

El suero, residuo líquido de la fabricación del queso, es una de las mayores reservas de proteínas alimentarias sub-utilizadas dentro de los canales de consumo humano. Resulta paradójico que aún en la actualidad se siga desperdiciando una gran proporción de los litros totales que se generan día a día.

A pesar de que la proteína de suero es de mejor calidad que la caseína, el suero de quesería es desechado o a veces usado para el consumo de cerdos, desperdiciando así el alto valor nutritivo de sus proteínas. La caseína representa el 78% de la proteína de la leche (Revilla, 1996), es ligeramente deficiente en los aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), mientras que las proteínas del suero, que representan un 17% del total de la proteína de la leche, poseen mayor cantidad de estos aminoácidos, por lo cual su valor biológico es de 1.0, superior al 0.8 de la caseína y comparable con el valor biológico de la proteína de huevo que es de 1.0 (Domínguez, 2000).

En referencia a la calidad de las proteínas del suero, hay que resaltar sus propiedades particulares. Las propiedades nutricionales son aquellas determinadas por la composición en aminoácidos; mientras que las propiedades funcionales son las que confieren a los alimentos que las utilizan como ingredientes, algunas características distintivas de apariencia, textura, sabor, entre otros.

Las proteínas de suero representan una mezcla variadas de proteínas, las cuales tienen una serie de efectos biológicos, que van desde un efecto anti cancerígeno hasta efectos en la función digestiva (Madrid y Cenzano, 1995).

Las proteínas del suero dulce de quesería tienen un valor nutricional muy elevado debido a un adecuado balance de aminoácidos, varios de ellos esenciales como la lisina y el triptófano, además de otros aminoácidos azufrados, que les otorgan un altísimo valor biológico. Adicionalmente, la Relación de Eficiencia Proteica (PER, por sus siglas en inglés) del suero se encuentra en los primeros lugares de la escala. Cuanto más alto el valor del PER, mejor será la calidad de la proteína. La caseína, la proteína de referencia presente en el queso, posee un PER de 2.5, en tanto que las proteínas contenidas en el suero poseen un PER de 3 (FAO, 1997).
El suero contiene además numerosas vitaminas hidrosolubles (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina y ácido nicotínico, entre otras). Esta composición confiere a las proteínas del suero de leche, además de otros beneficios nutricionales, su capacidad de utilización como sustitutos de materia grasa, bajando de esta manera las calorías del alimento.

Desde el punto de vista industrial, las proteínas del suero se pueden obtener utilizando diversas técnicas, entre las cuales están: a) Osmosis inversa, b) Nanofiltración, c) Ultrafiltración, d) electrodiálisis, e) Intercambio iónico (resinas) y f) Precipitación (Niro, 2008). De acuerdo con el procedimiento utilizado se obtiene un producto concentrado entre 75-90% de proteínas y los principales usos se concentran en la industria alimentaria y la farmacéutica

La nanofiltración constituye una alternativa de uso del suero de queserías para el aprovechamiento de las proteínas del suero en otros tipos de quesos en los cuales no se requiere altas temperaturas. Este hecho constituye la base para el objetivo de este trabajo, el cual, es la evaluación de los parámetros de rendimiento, pH, grasa y proteína,

así como el análisis sensorial de diferentes tipos de quesos elaborados con mezcla de leche fresca y suero nanofiltrado, utilizando una cantidad fija de crema de leche y comparándolos con mezclas similares de leche fresca y suero descremado, determinando así el uso del suero nanofiltrado en la producción de un queso con aceptación.

2. METODOLOGÍA

El desarrollo de la parte experimental de este trabajo, se realizó en la empresa Lácteos Pacomela, C.A., ubicada en la carretera vía Palito Blanco, La Concepción, Municipio Jesús Enrique Losada, Estado Zulia. Para los diferentes ensayos experimentales se utilizó como materia prima suero descremado, leche fresca pasteurizada y crema de leche, los cuales fueron suministrados por la Empresa Lácteos Pacomela, y suero nanofiltrado que se obtuvo con una planta piloto de ultrafiltración y nanofiltración.

Caracterización físico-química de la Materia prima para la Elaboración de quesos

Se tomaron muestras representativas para realizar los análisis fisicoquímicos y se les analizó: pH, equipo Marca Orion Modelo 420A, acidez titulable, según técnica descrita en norma Covenin 658, grasa, equipo Centrifuga Gerber. El descremado de leche y suero se realizó en una descremadora Westfalia, modelo MSI 400-01-772, de 40000 lt/h de capacidad. La crema de leche utilizada se estandarizó en un porcentaje de grasa de 39 % y el suero descremado en un valor promedio de 0.05 % de grasa por requerimiento del proceso de nanofiltración al cual es sometido.

Tratamiento del suero para la obtención del suero nanofiltrado.

Se utilizó suero descremado, con un pH de 6,6 a 25 °C, proveniente de la producción de queso blanco prensado, de la cual se tomaron 20 litros de suero para cada ensayo realizado. El suero descremado se procesó en una planta piloto de ultrafiltración (UF) y nanofiltración (NF), a través del siguiente procedimiento:

El suero descremado se introdujo en el tanque de alimentación de la planta piloto (figura 1),, donde fue sometido al proceso de nanofiltración a 35°C, manteniendo una presión de entrada de 150 psi y una presión de salida de 130 psi, utilizando una bomba centrífuga horizontal, multietapa, marca Ebara, de 0.8 Hp de potencia. La membrana de nanofiltración es de poliamida en espiral, modelo 2540-TS40-TSA, de 2.5 pulgadas de diámetro y 40 pulgadas de longitud, fabricada por Trisep Corporation.

Se obtuvo una corriente de concentrado rica en lactosa y proteínas que se recircula al tanque de alimentación, obteniéndose un volumen final de 8 litros de suero concentrado o nanofiltrado a partir de 20 litros de suero descremado, cantidad que se mantuvo fija para todas las formulaciones, con el fin de tener el mismo porcentaje de sólidos provenientes de dicho suero en cada mezcla para queso, y otra corriente clarificada (permeado) donde se encuentran las sales minerales del suero. El concentrado de la nanofiltración se recolectó en un balde plástico con escala graduada, de 10 litros de capacidad, esterilizado con solución clorada figura 1.



Figura 1. Planta piloto de ultrafiltración y nanofiltración.

Caracterización físico-química del suero descremado, suero nanofiltrado, y permeado de la Nanofiltracion.

El concentrado de la nanofiltración se recolectó en un balde plástico de 10 litros de capacidad, esterilizado con solución clorada, y se registró el volumen obtenido para formular la mezcla requerida para obtener los diferentes quesos. Este volumen se fijó en 8 litros de concentrado a partir de 20 litros de suero descremado. Posteriormente, se envió una muestra del suero, suero nanofiltrado, y el permeado resultante del proceso de nanofiltración al laboratorio de la empresa Lácteos Pacomela para la determinación de pH, acidez, densidad, grasa y proteína.

Formulación de las mezclas de leche pasteurizada, suero descremado, suero nanofiltrado y crema de leche, para la obtención de los diferentes quesos.

Se realizaron 6 formulaciones de quesos, por triplicado, con mezclas de leche fresca pasteurizada, suero descremado, suero nanofiltrado y crema de leche. Inicialmente, tres fueron el control, donde se formuló una mezcla que estuvo conformada por leche, suero descremado y crema en diferentes proporciones; posteriormente, tres se formularon con mezclas donde se incorporó el suero nanofiltrado, leche y crema de leche. A cada mezcla se le asignó una nomenclatura con el fin de identificar cada uno de los componentes en las diferentes formulaciones. En las tablas 1 y 2 se presenta la composición de cada componente en las mezclas.

Tabla 1. Formulación Control: Suero descremado, leche y crema de leche.

Tipos de mezclas	**Leche**		**Suero descremado**		**Crema de leche**		**Total**
	%	**Litros**	**%**	**Litros**	**%**	**Litros**	**Litros**
1. SC 721	70	7	20	2	10	1	10
2. SC 541	50	5	40	4	10	1	10
3. SC 271	20	2	70	7	10	1	10

*SC: Suero descremado

Tabla 2. Formulación de la Mezcla de Suero Nanofiltrado, leche y crema.

Tipos de mezclas	**Leche**		**Suero nanofiltrado**		**Crema de leche**		**Total**
	%	**Litros**	**%**	**Litros**	**%**	**Litros**	**Litros**
1. SN 721	70	7	20	2	10	1	10
2. SN 541	50	5	40	4	10	1	10
3. SN 271	20	2	70	7	10	1	10

*SN: Suero nanofiltrado

Obtención de los diferentes tipos de quesos.

Se realiza una mezcla inicial compuesta por el suero descremado o nanofiltrado y la crema de leche, se agitó continuamente por un tiempo de 1 minuto hasta obtener una mezcla homogénea, a esta se le agregó leche fresca pasteurizada y se determina la mezcla final para un volumen total de 10 litros en cada formulación. Se adicionó 0.2 gramos de cloruro de calcio por cada litro de mezcla ($CaCl_2$ al 94%, polvo grado alimenticio, fabricante: Vitro-México) y cuajo líquido (CHR HANSEN), (0.1 mililitro por cada litro de mezcla), agitándose levemente durante 2 minutos y manteniendo una temperatura promedio de 32°C; se esperó un tiempo de 40 minutos hasta que se formó completamente la cuajada, posteriormente es separada del lactosuero en un recipiente donde se le adiciono 2% cloruro de sodio, esta se depositó en moldes de acero inoxidable, después se realizó un prensado con el fin de dar un mejor acabado a la superficie de los quesos, ayudando a la formación de la corteza y controlando la humedad del queso. Este proceso duró 24 horas con una temperatura de almacenamiento de 5°C., finalmente se procede a quitar los moldes y se obtienen los diferentes quesos.

Análisis físico-químico de los quesos

Se obtuvieron 6 formulaciones, cada una por triplicado, para un total de 18 quesos, de los cuales se seleccionó el de mejor consistencia en cada grupo, y se tomó una muestra por triplicado correspondiente a cada queso, para determinar: pH, grasa, y proteína. En la tabla 3 se observan los métodos para determinar los parámetros físico-químicos.

Tabla 3. Métodos descritos para la caracterización físico-química de los quesos

Parámetros	**Identificación del Método**
pH	pH-metro. Covenin 1315-79
Grasa	Método Gerber
Proteínas	Método Kjeldhal. Covenin 370-82

Determinación del rendimiento

¿Se calculó el rendimiento de los diferentes quesos que se obtuvieron de acuerdo a la proporción porcentual entre la masa de queso y la masa de mezcla, después de 24 horas de prensado a 5ºC.

$$Rendimiento = \frac{kg\ Queso}{Kg\ Mezcla} x100 \quad (1)$$

Evaluación sensorial de los quesos obtenidos

Se realizó una evaluación sensorial con 10 panelistas, no entrenados, para determinar los quesos con mayor aceptación utilizando una escala hedónica con puntuaciones de 1 a 10 para los atributos de: sabor, color, olor, textura y apariencia. Los datos de las variables generadas a partir de la evaluación sensorial fueron transformados a rangos, utilizando el procedimiento PROC RANK. Se aplicó un análisis de varianza mediante el procedimiento ANOVA para los datos transformados a rango (aplicando el modelo estadístico para un diseño Completamente al Azar), siendo los tratamientos las diferentes formulaciones de quesos. Para identificar los mejores quesos se aplicó la prueba de comparaciones múltiple de medias de Tukey a los promedios de los rangos, que para su representación gráfica se utilizaron los datos originales de las calificaciones. Se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 2003).

Análisis estadístico

Se aplicó el análisis de varianza para las variables Rendimiento y las generadas a partir del análisis físico-químico (pH, grasa, y proteína), considerando un modelo estadístico para el diseño experimental Completamente al Azar. La comparación múltiple de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Los datos se procesaron aplicando el procedimiento ANOVA, utilizando el paquete estadístico SAS Ver 9.1.3 (SAS, 2003) instalado en laboratorio de computo de docencia de la Facultad de Agronomía de LUZ.

Análisis de varianza para las Variables Sensoriales

Los datos de las variables generadas a partir de la prueba sensorial fueron transformados a rangos, utilizando el procedimiento PROC RANK. Se aplicó un análisis de varianza mediante el procedimiento ANOVA para los datos transformados a rango (aplicando el modelo estadístico para un diseño Completamente al Azar), siendo los tratamientos las diferentes formulaciones de quesos. Para identificar los mejores quesos se aplicó la prueba de comparaciones múltiple de medias de Tukey a los promedios de los rangos. Se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 2003).

3. RESULTADOS

Caracterización Fisicoquímica de la Materia prima para elaborar los quesos

En la tabla 4 se observan los análisis fisicoquímicos correspondiente a pH, densidad, grasa y acidez para cada uno de los componentes que intervienen en la elaboración de quesos. También se muestra el porcentaje el porcentaje de grasa ideal del suero descremado que arroja un valor de 0.05% requerimiento indispensable para realizar el proceso de nanofiltración.

Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de la materia prima

	pH a 25 °C	Densidad gr/cc	Acidez % AL	Grasa % p/v
Leche Pasteurizada	6.67	1.028	0.16	3.80
Crema de leche	5.70	0.91	0.29	39
Suero Descremado	6.6	1.030	0.12	0.05

En la tabla 5, se observan los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas del suero descremado, suero nanofiltrado y permeado de la nanofiltración; se encontraron variaciones relevantes en los valores de proteína y grasa en los diferentes sueros, lo cual es indicativo de que se efectúo la concentración del suero por nanofiltración. Los porcentajes de proteína (1,22%) y grasa (0.12%) en el suero nanofiltrado aumentaron con relación a las del suero descremado. En cuanto al permeado de la nanofiltración se observan valores muy bajos en proteína (0.1%) y grasa (0%), indicando que esta corriente es rica en agua y sales minerales.

Tabla 5. Composición del Suero crudo descremado, Suero Nanofiltrado y Permeado de la Nanofiltración.

Componentes	Suero Crudo Descremado	Suero Nanofiltrado	Permeado de la Nanofiltración
pH a 25 °C	6.6	6.2	6.1
Acidez (% AL)	0.12	0.15	0.09
Proteína (% p/p)	0.97	1.22	0.1
Grasa (% p/v)	0.05	0.12	0
Densidad (gr/cc)	1.030	1.032	1.018

Obtención del suero nanofiltrado

En la figura 2 se muestra el permeado que es el residuo que queda después del proceso de nanofiltración del suero descremado y el concentrado que se obtuvo es el suero nanofiltrado, se observa que el suero nanofiltrado tiene un color amarillento como resultado de concentrar en mayor proporción las proteínas y las grasas presentes en el lactosuero objeto de estudio.



Fig. 2. Permeado (izquierda) y suero Nanofiltrado (derecha**).**

Tipos de quesos obtenidos

En la figura 3 y 4 se observan los diferentes tipos de quesos obtenidos el cual se identifican por tipo 1 (SC) que son aquellos elaborados con suero descremado, leche fresca y crema de leche. El tipo 2 (SN) son los que se les incorpora suero nanofiltrado, leche fresca y crema de leche.



Figura 3. Quesos con leche fresca, suero descremado y crema de leche. TIPO 1 (SC): Quesos con leche fresca, suero descremado y crema



Figura 4. Quesos con leche fresca, suero nanofiltrado y crema de leche. TIPO 2 (SN): Quesos con leche fresca, suero nanofiltrado y crema de leche

Características físico-químicas de los diferentes quesos

Se obtuvieron 6 tipos de quesos por triplicado, para un total de 18, con mezclas en diferentes proporciones de suero descremado, suero nanofiltrado, leche y crema. Los quesos fueron identificados con las mismas nomenclaturas de las mezclas y se realizaron análisis, por triplicado, de pH, grasa y proteína, de los cuales se tomaron los promedios de las tres determinaciones en diferentes secciones de cada queso. Estos valores se muestran en la tabla 6, el cual se reflejan las características fisicoquímicas de los quesos obtenidos, donde los valores de pH para los diferentes tipos de quesos se ubicaron dentro del rango 4.81-4.91; estos quesos se encuentran dentro del rango reportado por Ferrer y colaboradores en 1980, el cual es de 4.81 – 5.8. El pH permite determinar el desarrollo de los microorganismos, la actividad enzimática y la textura del queso.

Los quesos con mayor contenido graso fueron los de la formulación SC721 y SN721 con un 36.00% y 35,67% de grasa, respectivamente ambos elaborados con el 70% de leche, 20% de suero (Crudo o nanofiltrado) y 10% de crema. Presentaron valores bajos en grasa aquellos que se elaboraron con menor cantidad de leche entera pasteurizada y mayor cantidad de suero descremado crudo y nanofiltrado.

El mayor contenido de proteínas de los quesos que se obtuvieron son aquellos que se elaboraron con mayor cantidad de leche y suero nanofiltrado. En este grupo se encuentra el queso elaborado con la formulación SN721 con un valor de 14.75%. Para obtener este queso se utilizó 70% de leche, 20% de suero nanofiltrado y 10% de crema.

Rendimiento de los quesos obtenidos

Los quesos que se elaboraron con mayor porcentaje de leche y suero nanofiltrado son los que obtuvieron mayor rendimiento; el queso SN721 tuvo un rendimiento del 12.05%, con 70% de leche, 20% de suero nanofiltrado y 10% de crema. En la formulación SN271, donde se utiliza solo el 20% de leche, 70% de suero nanofiltrado y 10% de crema se obtuvo un rendimiento del 8.27%, el cual es representativo por la poca cantidad de leche que se utiliza en el proceso, pero es mayor que el rendimiento correspondiente al queso SC271 con 70 % de suero descremado y 20 litros de leche. Esto indica que el suero nanofiltrado aporta mayor cantidad de sólidos, traduciéndose en mayor rendimiento. Estos resultados se observan en la tabla 6.

Tabla 6. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey, para las variables de rendimiento, proteína, grasa y pH.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO	PROTEINA	GRASA	pH
SN721	12,05ª	14,76ª	36,00ª	4,88b
SN541	11,97ª	12,38d	31,00cd	4,85cde
SC721	10,727b	13,233c	35,00a	4,87bc
SC541	9,84c	11,987f	30,33Cde	4,84def
SN271	8,27d	10,057g	31,67bc	4,82fg
SC271	6,36f	8,333i	30,67cde	4,81g

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

Evaluación sensorial de los quesos obtenidos.

La prueba de la comparación múltiple de medias para las variables sensoriales se muestra en la Tabla 7. En ella se muestra los quesos que presentan las más altas calificaciones para las diferentes variables sensoriales, estos corresponden a los que se elaboraron con un mayor contenido de leche y suero nanofiltrado, identificándolo con la formulación SN 721, el cual está compuesto por 70% de leche fresca, 20% de suero nanofiltrado y 10% de crema de leche.

Tabla 7. Comparación múltiple de medias (Promedio de Rangos) mediante la prueba de Tukey, para las variables sensoriales.

TRATAMIENTO	RSABOR		RCOLOR		ROLOR		RTEX		RAPAR	
SN 721	75,500	A	83,500	A	80,000	A	80,500	A	82,000	A
SN 541	53,500	B	52,000	B	52,000	B	44,000	C	52,000	B
SC 721	47,000	B	40,500	B	50,000	B	45,000	BC	43,000	BC
SC 541	46,500	B	43,000	B	40,500	B	37,000	C	33,500	C
SN 271	20,500	C	20,500	C	19,000	C	18,500	D	19,000	D
SC 271	12,500	C	13,000	C	14,000	C	14,000	D	12,500	D

4. CONCLUSIONES

La elaboración de los diferentes tipos de quesos elaborados con mezcla de leche fresca y suero nanofiltrado se puede resumir de la siguiente manera que los quesos con mayor aceptación en base a atributos de apariencia, olor, sabor, color y textura fueron aquellos elaborados con 70 % de leche fresca pasteurizada, 20 % de suero nanofiltrado, y 10 % de crema de leche que corresponde a la formulación SN721

En los resultados obtenidos del análisis del pH se encontró que los valores más bajos se encontraron en los quesos que se elaboraron con mayor proporción de leche que suero, tanto crudo descremado como nanofiltrado.

El suero nanofiltrado aporta mayor cantidad de sólidos en la mezcla original, traduciéndose en mayor rendimiento quesero y mayores porcentajes de grasa y proteína. Este resultado se observó en todas las formulaciones con suero nanofiltrado (SN) al compararlas con las de suero crudo descremado (SC).

Las mezclas con suero nanofiltrado proporcionaron quesos con mayor aceptación, mayor rendimiento y mayor contenido de proteína y grasa, que los correspondientes a las mezclas que utilizaron suero descremado, y unas características organolépticas muy aceptables (apariencia, olor, sabor, color y textura). Este resultado permite recomendar la nanofiltración como una alternativa de uso del suero de queserías para el aprovechamiento de las proteínas del suero en otros tipos de quesos, debido a que pueden reducirse los costos de producción.

5. RECOMENDACIONES

En virtud de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se pueden establecer las siguientes recomendaciones:

La nanofiltración se debe considerar como una técnica rentable para el procesamiento del suero de queserías en todas las industrias queseras a nivel nacional.

Los pequeños queseros artesanales pueden crear una cooperativa para recolectar el suero proveniente de la producción de queso a nivel de fincas, para concentrarlo por nanofiltración y utilizarlo en la elaboración de otros tipos de quesos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

Avilez, 1999. Utilización del Lactosuero en la elaboración de helados. U.N.E.S.R. Canoabo. Estado Carabobo. Trabajo Especial de Grado.

Barroso, 1980. Lactología Técnica. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Boscan, 1985. Guía de Trabajos de Laboratorio de Industrias Lácteas. La Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. (Mimeografiado). 75 pp.

Domínguez, 2000. Evaluación de Sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteicos del suero de queso. Proyecto especial de grado. Zamorano, Honduras.

FAO, 1997. El estado mundial de la agricultura y la alimentación, parte III: La agroindustria y el desarrollo económico. Recuadro: Aprovechamiento de contaminantes: el caso del suero.

Farías, García, 1997. Efecto de la tecnología quesera sobre la composición del suero lácteo. Acta científica venezolana, 48 (Supl. 1)192-194

Farías, García, 2003. Eficiencia en la concentración de la proteína de Lactosuero con una planta móvil de ultrafiltración y nanofiltración. Revista. Científica. FCV-LUZ. XIII (5): 347-351.

Harper J. y Muller l. (1979). Effects on membrane processing of pretreatments of whey. Journal agriculture food chemical 27: 662-662.

Lawrence R., 1989. The use of ultrafiltration technology in cheese making. Bulletin No. 240: 3-15.

Marcelo P. y Rizvi S., 2008. Physicochemical properties of liquid virgin whey protein isolate. Journal Dairy International. 18: 236-246.

Madrid, 1986. Manual de tecnología quesera. Ediciones Madrid.

Madrid A. y Cenzano I. ,1995. Tecnología de la elaboración de los helados. Mundi-prensa Libros S.A. México 1-679.

Mehra R. y Kelly P. ,2006. Review. Milk Oligosaccharides: Structural and technological aspects. Journal Dairy International 16: 1334-1340.

Morales F.J., 1992. El suero de quesería en la industria alimentaria. Ediciones Madrid.

Niro (2008). www.gea-niro.com.mx

Norma del CODEX para quesos de suero. (1995). Codex Standard 284-1971.

Revilla, A., 1996. Tecnología de la leche. Tercera edición Reverte. Escuela Agrícola Panamericana. Zamora, Honduras 1.396.

Ramadan A. y Gyula V. ,2005. Investigation of ultra and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. Journal of food, Engineering 67:325-332.